EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER

01129483

PUBLICATION DATE

22-05-89

APPLICATION DATE

14-11-87

APPLICATION NUMBER

: 62287655

APPLICANT:

NIPPON TELEGR & TELEPH CORP

<NTT>;

INVENTOR:

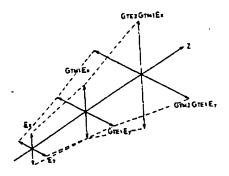
MATSUMOTO TAKAO;

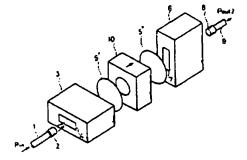
INT.CL.

: H01S 3/18 H04B 9/00

TITLE

: LIGHT AMPLIFIER





ABSTRACT:

PURPOSE: To obtain a constant gain with respect to injected light without depending upon the state of polarization of the light by mutually crossing the thickness directions of active layers in two semiconductor laser elements arranged onto the same optical path in a cascade manner at right angles to the deflection of light on the optical path.

CONSTITUTION: Light propagated in a single-mode optical fiber 1 is injected to an active layer 4 in a light amplifier 3 through a SELFOC lens 2, and amplified respectively to TE waves and TM waves only by gains GTE₁, GTM₁ and output. Amplified light is injected to an active layer 7 in a light amplifier 6 through a lens 5", and amplified respectively only by gains GTE₂, GTM₂ and output. When an optical isolator 10 having no polarized wave dependency is inserted between the light amplifiers 3, 6, light returns to the light amplifier 3 at a pre-stage owing to the incompleteness of a nonreflective film, thus preventing the generation of the increase of noises and the saturation of gains. When an optical filter is used at an outgoing end, the quantity of spontaneous emission light of the light amplifier 3 is reduced.

COPYRIGHT: (C)1989,JPO&Japio

⑩日本国特許庁(JP)

⑩特許出額公開

@ 公開特許公報(A)

平1-129483

| @Int.Cl.4 | | | • |
|-----------|----|---|------|
| Н | 01 | S | 3/18 |

識別記号

庁内整理番号

❸公開 平成1年(1989)5月22日

H 04 B

7377-5F 8523-5K

審査請求 未請求 発明の数 2 (全5頁)

光增幅装置 69発明の名称

②特 爾 昭62-287655

頤 昭62(1987)11月14日

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式 正 文 古 賀 砂発 明 者 会社内 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式 神野 正 彦 ⑰発 明 者 会社内 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式 硾 砂発·明 者

会社内

日本電信電話株式会社 ②出 願 人

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号

弁理士 井出 直孝

1. 発明の名称 光增幅装置

30代 理 人

2. 特許請求の範囲

(1) 両端面に無反射被膜が設けられた半導体レー ザ素 子を光増幅器として備えた光増幅装置におい

同一光路上に縦続に配置された二つの半導体レ

この二つの半導体レーザ素子は、その活性層の 厚さ方向が上記光路上の光の偏向に対して互いに 直交して配置された

ことを特徴とする光増輻装置。

(2) 両端面に無反射被膜が設けられた半導体レー ザ素子を光増幅器として備えた光増幅装置におい

同一光路上に縦続に配置された二つの半導体レ ーザ森子を備え、

この二つの半導体レーザ素子は、その括性層の 厚さ方向が上記光路上の光の偏向に対して互いに 直交して配置され、

上記二つの半導体レーザ素子の間の光路上に実 質的に偏波依存性のない光アイソレータを備えた ことを特徴とする光増幅装置。

(3) 光アイソレータはその出射館に光フィルタを 合む特許請求の範囲第②項に記載の光増幅装置。

3. 発明の詳細な説明

[産業上の利用分野]

本発明は光通信その他の光信号処理に利用する。 特に、半導体レーザ素子を光増報器として利用す る光増幅装置に関する。

〔従来の技術〕

従来から半導体レーザ素子は、発振素子ではな く光増福器として利用されている。このような先 増幅器として、両端面に無反射被膜が設けられた 半導体レーザ素子を1個または複数個機続に配置 した進行被形光増幅器が知られている。

特閒平1-129483(2)

第6図は一般的な光増幅器の構成を示す。ここで、この光増幅器61の活性層62の厚さ方向を x 方向とし、活性層の幅方向を y 方向とする。この光増幅器61を使用するには、一般に、電界の援動方向を y 方向とする T E 波を x 軸および y 軸と直交する z 軸方向に住入する。この場合に、現状では1個の光増幅器で最大25dB程度の利得が得られている。

(発明が解決しようとする問題点)

しかし、半導体レーザ素子を光地幅器として使用する場合には、TM波に対する利得が小さい欠点がある。TE波に比べると、TM波の利得は $3\sim8$ dB程度小さい。これは、TEモードとTMモードとに対する素子の閉じ込め係数 Γ_{\tauz} 、 Γ_{\tauz} が異なるからである。一般に製造されている半導体レーザ素子では、 Γ_{\tauz} と Γ_{\tauz} との比 Γ_{\tauz} / Γ_{\tauz} は $0.9\sim0.7$ であり、この値を1にすることは現状では困難である。

また、無反射被膜が良好でなければ、TM彼に 対する利得は上述の3~8d8よりさらに小さくな り、利得差が大きくなる。

TE被とTM被とに対する利得差が大きいと、 個光状態に応じて利得が変化してしまう。このた め、単一モード光ファイバを用いた伝送系のよう に偏光状態が保持されていない系で光増幅器を用 いるには、偏波補償回路が必要となり、送信装置 および中継装置が複雑となる欠点がある。

これらの問題については、IEBEジャーナル・オブ・クウォンタム・リレクトロニクス第9E-23 巻第6号1987年6月第1011頁ないし第1013頁 (IEEE J. Quantum Electronics Vol. 9E-23, No. 6. June 1987, pp1011-1013) や、外国通信技術1985年6月第29頁に詳しく説明されている。

本発明は、以上の問題点を解決し、偏光状態に 依存しない光増幅装置を提供することを目的とす る。

[問題点を解決するための手段]

本発明の光増幅装置は、 同一光路上に縦続に配置された二つの半導体レーザ素子を備え、この二つの半導体レーザ素子は、 その活性層の厚さ方向

が上記光路上の光の偏向に対して互いに直交して 配置されたことを特徴とする。

さらに、二つの半導体レーザ素子の間の光路上 に、実質的に偏波依存性のない光アイソレータを 備えることが望ましい。また、光の出射端には光 フィルタを設けることが望ましい。

(作用)

本発明の光増幅装置は、同一の条件で製造された二つの半導体レーザ素子を利用し、その活性層の厚さ方向が光路上の光の偏向に対して互いに直交していることから、偏光によらず一定の利得を得ることができる。

(実施例)

第1図は本発明第一実施例光増幅装置の構成を 示す。

この光増幅装置は、両端面に無反射被膜が設けられた半導体レーザ素子を光増幅器 3、6として 備え、この二つの光増幅器 3、6は同一光路上に 縦続に配置され、その活性層 4、7の厚さ方向が 光路上の光の偏向に対して互いに直交して配置さ れている。さらにこの光増幅装置は、光増幅器 3 、 6 の間に集光用のレンズ 5 を備えている。

入射側にはセルフォックレンズ 2 が設けられた 単一モード光ファイバ 1 が配置され、出射側には セルフォックレンズ 8 が設けられた単一モード光 ファイバ 9 が配置される。

単一モード光ファイバ1を伝搬した光は、セルフォックレンズ2を介して光増福器3の活性層4に注入される。この注入光は、TE被およびTM 彼に対してそれぞれ利得Gでは、GTHIだけ増福されて出力される。この出力光は、レンズ5を印して光増福器6の活性層7に注入される。この注入光は、TE被およびTM 彼に対してそれぞれ利得Gでは、GTHIだけ増幅されて出力される。この出力光は、セルフォックレンズ2を介して単一モード光ファイバ9に結合する。

ここで、光増幅器3に注入される光のパワーを Pia、この光増幅器3の出力光のパワーをPowii、 光増幅器6の出力光のパワーをPowiiとする。

第2回は光増幅器3による利得を説明する図で

特開平1-129483(3)

ある。ここで、従来例で説明したと同様に、活性 暦4の厚さ方向をx方向とし、活性層の幅方向を y方向とし、光の進行方向をz軸とする。

一般に光増幅器3に注入される光は、電界成分 E.、E. およびE. を用いて、

$$\begin{cases} E_{x} = a_{z} \cos(\omega t - k z + \delta_{z}) \\ E_{y} = a_{z} \cos(\omega t - k z + \delta_{z}) \\ E_{z} = 0 \end{cases}$$

と表すことができる。ここで、ωは光の角援動数 であり、 k は真空中での伝搬定数であり、 βι、 βιはそれぞれEι、 E, の位相定数である。

TE被、TM被に対する利得がそれぞれ $G_{\tau z 1}$ 、 $G_{\tau z 1}$ ($G_{\tau z 1} \neq G_{\tau z 1}$) なる光増幅器 3 に(1)式で表される光を注入すると、この光増幅器 3 から出力される光は、

(以下本頁余白)

$$E_{n'} = G_{TR1} \cdot E_{n}$$

$$= G_{TR1} a_{1} \cos(\omega t - k z + \delta_{1})$$

$$E_{r'} = G_{TR1} \cdot E_{r}$$

$$= G_{TR1} a_{2} \cos(\omega t - k z + \delta_{2} + \delta_{3})$$

$$E_{n'} = 0$$
......(2)

と表される。δ。は光増幅器3内におけるTE放とTM放との伝搬定数の違いからくる位相の遅れである。

さらにこの光を光増報器
$$6$$
 に注入すると、
$$E_{z}'' = G_{TE2} \cdot E_{z}'$$

$$= G_{TE2} \cdot G_{TE1} \cdot a_{1} \cos(\omega t - k z + \delta_{1} + \delta_{2})$$

$$E_{y}'' = G_{TE1} \cdot E_{y}''$$

$$= G_{TE2} \cdot G_{TE1} \cdot a_{2} \cos(\omega t - k z + \delta_{2} + \delta_{3})$$

$$E_{z}'' = 0$$

となる。これを第3図に示す。

したがって二つの光増幅器3、6による全体的な利得Gは、

$$G = P_{out2} / P_{in}$$

$$= \frac{\sqrt{(G_{TH2}G_{TH1}a_1)^2 + (G_{TH2}G_{TE1}a_2)^2}}{\sqrt{a_1^2 + a_2^2}}$$
.....(4)

となる。ここで、

とすると、似式は、

となる。この式は、この光増幅器の利得が、偏光 状態に依存することなく一定であることを示す。 (5)式は、同一条件で製造された二つの半導体レー ザ黒子に対して近似的に成立する。また、(3)式の 位相項が等しいことは、二つの光増幅器 3 、 6 に よりTE被とTM被との伝数定数の差が補償され ることを示す。

第4回は本発明第二実施例光増幅装置の構成を示す。この実施例では、性能向上のために、二つの光増幅器3、6の間に偏波依存性のない光アイソレータ10が挿入されている。また、光増幅器3

と光アイソレータ10との間にはレンズ 5 、が配置され、光アイソレータ10と光増幅器 6 との間にはレンズ 5 、が配置される。これ以外の構成は第一変施例と同等である。

光アイソレータ10の効果について説明する。前段の先増幅器 3 から出地でれた光は、後段の光増幅器 6 に注入されて地幅される。増幅された光の一部は、無反射被膜の不完全性のために、、後方すなわち前段の増幅器 3 の方向にも出力されるのも出力されるの光増幅器 6 は、それ自身が多く及の光増幅器 6 は、それ自身が多く及の光増幅器 7 に戻ると、雑音の増加および利得の飽和を引き起こす。光アイソレータ10によりこれを防止することができる。

先アイソレータ10としては個被面依存性のない ものを用いる必要がある。このような光アイソレ ータは、例えばトランザクションズ・オブ・IECE、 1979年7月第62-C登第7号 (Trans. IECE、1979/7. vol.62-C、No.7) に示されている。

第5回は本発明第三実施例光増幅装置の機成を

示す。この実施例では、第二実施例におけるレンズ 5 ″に代えて、光フィルタ11と、その両側に配置されたレンズ12、13とを備える。

光フィルタ11は10d8低下幅が1 na以下の光フィルタである。また、レンズ12は、光アイソレータ10からの光をコリメートするためのものであり、レンズ13は光フィルタ11を透過した光を後段の光増報器6に集光するためのものである。

光フィルタ11としては既電体多層限フィルタまたはエタロン板が通しているが、前者の方が損失が少ない。また、誘電体多層膜フィルタを用いる場合には、光軸方向に対して5・程度傾けることにより、反射による特性劣化を緩和できる。

光フィルタ11を用いることにより、後段の光増 幅器6に注入される前段の光増幅器3の自然放出 光量を1048以上にわたり低減することができる。 これにより、後段の光増幅器6の利得飽和の加速 および錐音増加を防ぐことができる。

図示していないが、後段の光増幅器 6 の出力側 にも光フィルタを配置することにより、さらに鍵

第3図は二つの光増幅器による利得の効果を示す図。

第4図は本発明第二実施例光増幅装度の構成を 示す図。

第5図は本発明第三実施例光増報装置の構成を 示す図。

第6図は半導体レーザ素子を用いた一般的な光 増幅器の積成を示す図。

1、9…単一モード光ファイバ、2、8…セルフォックレンズ、3、6…光増幅器、4、7…活性層、5、5′、5″、12、13…レンズ、10…先アイソレータ、11…光フィルタ。

特許出關人 日本電信電話株式会社 代理人 弁理士 井 出 直 孝 音を低速できる。

以上の実施例では、二つの光増幅器 3 、 6 の間で光が直進し、しかもその偏光の方向が変化しない場合を例に説明したが、これらの方向が変化しても、その変化の方向に沿って活性層 4 、 7 を互いに直交に配置することにより、同様に本発明を実施できる。

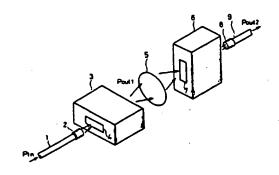
(発明の効果)

以上説明したように、本発明の光増幅装置は、 偏光状態に依存せずに、注入された光に対して一 定の利得を示す。したがって、偏波面が保存され ない伝送系において、偏光状態に依存せずに一定 の増幅を行うことができる。本発明は、単一モー ド光ファイバを用いた伝送装置に利用して特に効 果がある。

4. 図面の簡単な説明

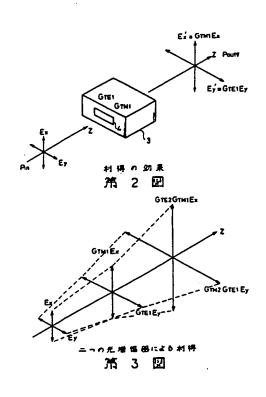
第1図は本発明第一実施例光増幅装置の構成を示す図。

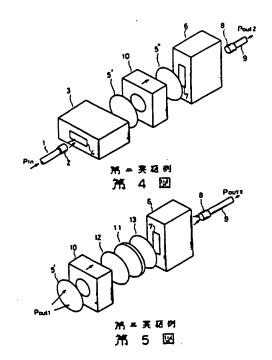
第2回は光増幅器による利得を説明する図。

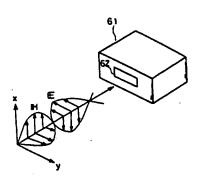


第一天超例 第 1 図

特閒平1-129483 (5)







光增值器